

(12)

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平2-4077

⑤ Int. Cl.<sup>3</sup>

H 04 L 27/10  
H 04 B 10/04  
10/06

識別記号

Z

庁内整理番号

8226-5K

⑬ 公開 平成2年(1990)1月9日

8523-5K H 04 B 9/00

L

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全6頁)

⑭ 発明の名称 光通信方式

⑯ 特 願 昭63-151128

⑰ 出 願 昭63(1988)6月21日

⑱ 発 明 者	出 蔵	靖 三 郎	東京都大田区下丸子3丁目30番2号	キャノン株式会社内
⑱ 発 明 者	坂 中	徹 雄	東京都大田区下丸子3丁目30番2号	キャノン株式会社内
⑱ 発 明 者	今 野	晴 夫	東京都大田区下丸子3丁目30番2号	キャノン株式会社内
⑲ 出 願 人	キャノン株式会社		東京都大田区下丸子3丁目30番2号	
⑳ 代 理 人	弁理士 加藤 卓			

#### 明 細 書

##### 1. 発明の名称

光通信方式

##### 2. 特許請求の範囲

1) 信号光を送信部および受信部の間の空間で送受してデジタルデータを伝送する光通信方式において、送信部においては送信デジタル信号を表現するパルスで所定周波数の搬送波を変調し、この変調信号のスペクトル成分を時間軸方向に伸長したチャープ信号により光変調を行ない信号光を形成しこれを出力し、一方受信部では受信した信号光を光電変換して得たチャープ信号のスペクトルを時間軸方向に圧縮した後検波してデジタルデータを再生することを特徴とする光通信方式。

2) 前記チャープ信号への時間軸伸長およびチャープ信号の時間軸圧縮は弾性表面波分散型遅延素子を用いて行なうことを特徴とする特許請求の範囲第1項に記載の光通信方式。

##### 3. 発明の詳細な説明

[産業上の利用分野]

本発明は光通信方式、特に信号光を送信部および受信部の間で送受してデジタルデータを伝送する光通信方式に関するものである。

[従来の技術]

光信号の空中伝播を利用する光空間通信においては、開放空間という伝送路の特性上外乱の影響を受けやすいため、信号をそのままの形態で伝送するよりも、何らかの変調を行って伝送するのが一般的である。

従来デジタル信号を変調して伝送する方式として、2つの異なる周波数を用意しておき、これを2値デジタル信号の「1」、「0」に対応させて周波数変化の形で送信する周波数変調方式(FSK)や、搬送波の位相変化にデジタル信号の「1」、「0」を対応させる位相変調方式(PSK)などが広く用いられている。

[発明が解決しようとする課題]

デジタル通信の通信品質は通常符号誤り率で評価されるが、これらの変調方式では符号誤り率は搬送波電力：雑音電力の比(C/N比)に依存

し、信号が微弱になるあるいは雑音が大きくなってC/N比が小さくなると、符号誤り率が急激に劣化する。光空間通信の場合、屋外などで長距離の伝送を行なうと、降雨などの気象条件に応じて信号光が大きな減衰を受けるため、微弱な信号を検出する必要があり、従来の変調方式では通信距離が限定され、信頼性の点でも問題があった。

また、短距離の光空間通信において、1対1の通信ではなく受信可能な空間範囲を拡大するため信号光を拡散させることが考えられるが、このような場合にも信号光が微弱になるので従来の伝送方式では同様に通信の信頼性の確保が困難である。

本発明の課題は以上の問題を解決することである。

#### 〔課題を解決するための手段〕

以上の課題を解決するために、本発明においては、信号光を送信部および受信部の間で送受してデジタルデータを伝送する光通信方式において、送信部においては送信デジタル信号を表現するパ

第1図(a)において、図中符号1はパルス発生器で、送信すべきデジタル信号に応じて後述のような単一波長成分のパルスが発生する。このパルスは平衡変調器2に輸入され、不図示の搬送波を平衡変調する。この変調出力はスペクトルを時間的に伸長する伸長用チャープ変換素子3に輸入され、チャープ信号に変換された後、増幅器4を介してレーザーダイオード(LD)駆動回路5に輸入される。LD駆動回路5は入力信号を光信号に変換し、光学系5aを介して空中に発射する。

一方、第1図(b)の受信部においては、符号6はPINフォトダイオードなどからなる光受信部で、受信信号は増幅器7で増幅され、スペクトルを時間的に圧縮する圧縮用チャープ変換素子8に輸入される。圧縮用チャープ変換素子8の圧縮変換出力は包絡線検波あるいは同期検波方式による検波回路9により検波され、送信デジタル信号が再生される。

第1図(a)の送信部では、入力デジタル信号より適当な波形のパルスを生成して伸長用チャ-

ルスで所定周波数の搬送波を変調し、この変調信号のスペクトル成分を時間軸方向に伸長したチャープ信号により光変調を行ない信号光を形成しこれを出し、一方受信部では受信した信号光を光電変換して得たチャープ信号のスペクトルを時間軸方向に圧縮した後検波してデジタルデータを再生する構成を採用した。

#### 〔作用〕

以上の構成によれば、デジタル信号の光空間伝送においてデジタル信号をチャープ信号に変換して光伝送する。チャープ信号では、受信信号の圧縮変換の際に送信エネルギーの尖頭値が増大するため、S/N比を向上させ、通信の信頼性が向上される。

#### 〔実施例〕

以下、図面に示す実施例に基づき、本発明を詳細に説明する。

第1図に本発明を採用した空間光ビーム伝送によるデジタル通信装置の送信部および受信部のブロック図をそれぞれ示す。

プ変換素子によってチャープ信号に変換する。このチャープ信号でLDを変調して光ビームの形で送出する。

第1図(b)の受信部では光学系6aにより光ビームを集光してチャープ光信号を検出し、増幅した後圧縮用チャープ変換素子によって圧縮パルスに逆変換し、さらに検波回路を通して元のデジタル信号に復調する。

第2図および第3図に、本実施例に使用するチャープ変換素子の例として弾性表面波素子により構成したチャープ変換素子の動作原理を示す。第2図(a)は第1図(a)における伸長用チャープ変換素子3を示し、第3図(a)は第1図(b)における圧縮用チャープ変換素子8を示すものとする。

伸長用チャープ変換素子3は第2図(a)に示すようにピエゾ効果を有する圧電基板3cの上に楕円電極(以下IDTという)3a、3bを配置した構造であり、信号入力部のIDT3aに電気信号を印加すると圧電効果によって機械的振動が

発生し、振動の表面波が基板3c上を伝播する。

この表面波は出力部のIDT3bに達すると再び電気信号に変換される。出力側IDT3bは電極間隔で決まる振動周波数に同調して電気信号を発生するが、図のように出力部IDTの間隔は入力IDTより離れるに従って密に変化しているため、周波数によって出力信号の遅延時間が異なる。

すなわち、信号中の異なる周波数成分は時間的に分離される。この伸長用チャープ変換素子の入力周波数に対する出力の振幅と遅延の特性は第2図(b)および(c)のようになっている。すなわち、少なくとも周波数 $f_0$ を中心とする~~から~~ $f_1$ から $f_2$ までの領域(帯域幅B)において周波数特性はフラットで、一方前記の電極配置により周波数 $f_1$ から $f_2$ に向かって直線的に遅延時間が増大( $t_1 \sim t_2$ )する。

従って、伸長用チャープ変換素子3に $f_1$ から $f_2$ の間に広がるスペクトル成分を持つ高周波成分を含む第2図(d)のようなパルス状の信号を

入力すると、第2図(e)のように時間間隔 $t_1$ から $t_2$ の間に周波数が $f_1$ から $f_2$ に連続的に変化する波形(チャープ信号)に伸長されて出力される。

第4図は第2図(d)のパルス波形の詳細を示すもので、時間半値幅 $1/B$ の単一パルス波形(第4図のように)に周波数 $f_0$ の信号を乗算したような波形で近似的に第2図(b)のようなスペクトルの条件を満足している。第1図の伸長用チャープ変換素子3への入力波形は平衡変調器2の振幅変調により形成される。

一方、圧縮用チャープ変換素子8は第3図(a)に示すように、伸~~長~~縮用チャープ変換素子3とはIDT8a、8bの粗密が逆の構造となっているので、第3図(b)に示すように伸長用チャープ変換素子と振幅特性は同じだが、第3図(c)に示すように周波数 $f_1$ から $f_2$ の間で遅延特性は逆になっている。

従って、伸長用チャープ変換素子3で発生させた第3図(d)のような時間間隔 $t_1$ から $t_2$ の

間に周波数が $f_1$ から $f_2$ に連続的に変化するチャープ信号の入力に対しては第3図(e)(詳細には第4図の波形)のようなパルス信号が再生される。

このチャープ信号からパルス信号への変換利得はチャープ信号の継続時間と帯域幅の積(BT積)で評価できる。BT積は通常1よりもはるかに大きく、例えば $B = 10 \text{ MHz}$ 、 $T = 20 \mu\text{s}$ とすると $BT = 200$ となり、チャープ信号はその電力のBT倍の尖頭電力を持つパルス信号に圧縮されることになる。

従って、チャープ変換の方式を用いることによって受信のS/N比を大幅に改善することができる。また、チャープ変換素子は素子の特性と同一のパターンを持つチャープ信号以外には応答しないので、ランダムな雑音やインパルス状の雑音が受信器に入ってきて変換素子のパターンに一致しないので応答せず、影響を受けない。このため、従来の方式では困難であったような雑音に埋もれた微弱な信号の検出・再生も可能になる。ま

た、通常チャープ信号の継続時間よりもパルスの繰り返し周期の方が小さいためチャープ信号が互いに重なり合うが、パターン的一致を検出するのであるからチャープ信号の重なりは何ら支障にはならない。

次に、第1図実施例の各部の動作を説明する。第1図には各部の波形を同時に示してある。

入力されたデジタル信号はパルス発生器1によって時間半値幅 $1/B$ を持つパルス信号に変換された後、平衡変調器2によって振幅変調が行なわれ第4図に示すような周波数 $f_0$ の成分を含んだパルス信号に変換される。

このようにスペクトルを時間軸方向に伸長された信号は第2図の特性を持つ伸長用チャープ変換素子3によって前述したような時間 $t_1$ から $t_2$ の間に、周波数が $f_1$ から $f_2$ に変化するチャープ信号に変換される。このチャープ信号は増幅器4によってLD駆動回路5を駆動するのに十分な電圧に増幅され、LD駆動回路5でLD放射光を周度変調することで光信号に変換され、光学系

5aを介して空中に発射される。

この光信号を含むLD放射光は光学系5aで平行ビーム光とされ、空中へ放射される。空中を伝送されて減衰した光ビームは受光部6の光学系6aで集光され、受光部6により光信号が電気信号に変換される。

この信号は増幅器7によって増幅された後第3図の特性を持つ圧縮用チャープ変換素子8を通すことにより、前述したように時間圧縮されて周波数 $f_0$ の成分を含んだパルス信号に戻る。

このパルス信号は検波回路9によって検波・整形され、元のデジタル信号に復調されて出力される。検波は包絡線検波もしくは $f_0$ 成分を抽出して同期検波によって行う。

通常、光信号の空中伝播を利用する長距離光ビーム通信では、伝送路として空間を利用するため、前述のように降雨などの気象条件や大気の影響、外乱光の変動などによる信号の減衰や変動などの影響を強く受けるという欠点がある。

そのため、伝送距離が長くなると降雨や降雪、

霧などの悪条件下では減衰が大きくなって通信が不可能になる。これに対して、チャープ信号を送送する本方式では前述のように外乱雑音の影響を軽減することができ、従来方式のBT倍のS/N比が得られるために大きな減衰を受けた微弱信号を検出することも可能であるため、信頼性の向上と伝送の長距離化が実現できる。

また、上記実施例では、チャープ信号への変換およびチャープ信号からの逆変換を弾性表面波素子による分散型遅延手段により行なっている。このような変換素子は構造が簡単であり、装置の構成を簡単安価かつ小型軽量にできるという利点がある。

第1図の実施例における長距離光ビーム通信方式は、1つの送信部に対して1つの受信部という1対1の通信であるが、比較的短距離での光空間通信では第5図に示すように拡散光学系10aにより送信部10の光ビームの放射角を広げて1つの送信部に対して複数(n)の場所に受信部11を設けるという1対nの方式が考えられる。

この方式では受信可能な範囲を広げるために光を拡散させるため、従来方式では各受信部での光信号が微弱になり、高速のデジタル伝送を広い範囲で行うために必要な受信感度を実現することは困難であったが、上記のようにチャープ信号を用いて生成した光信号を拡散して送信すれば、雑音に埋もれた微弱なチャープ信号でも再生することが可能であるため、広範囲な伝送が可能となる。

なお、開放空間での伝送以外に、光ファイバ中などでの光信号伝送にも本発明を実施できるのは勿論である。

#### 【発明の効果】

以上から明らかなように、本発明によれば、信号光を送信部および受信部<sup>(5)</sup>で送受してデジタルデータを伝送する光通信方式において、送信部においては送信デジタル信号を表現するパルスで所定周波数の搬送波を変調し、この変調信号のスペクトル成分を時間軸方向に伸長したチャープ信号により光変調を行ない信号光を形成しこれを出し、一方受信部では受信した信号光を光電変換し

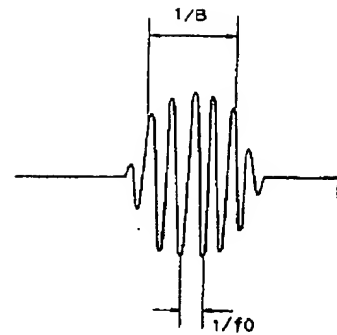
て得たチャープ信号のスペクトルを時間軸方向に圧縮した後検波してデジタルデータを再生する構成を採用しているため、受信側でのチャープ信号圧縮の際に送信エネルギーを増大させたのと同じ効果が発生し、みかけ上のS/N比を向上できるので、従来のFSKやPSK変調方式では検出・再生が困難であるような微弱な信号であっても検出・再生を可能とし、通信の信頼性を向上させることができる。このため、長距離通信のみならず、多数の受信部が受信できるように信号光を拡散させる方式においても確実な通信が可能になる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図(a)は本発明による送信部の構造を示すブロック図、第1図(b)は受信部の構造を示すブロック図、第2図(a)～(e)は伸長用チャープ変換素子の構造と特性を示す説明図、第3図(a)～(e)は圧縮用チャープ変換素子の構造と特性を示す説明図、第4図は伸長用チャープ変換素子の入力パルス波形を示す波形図、第5

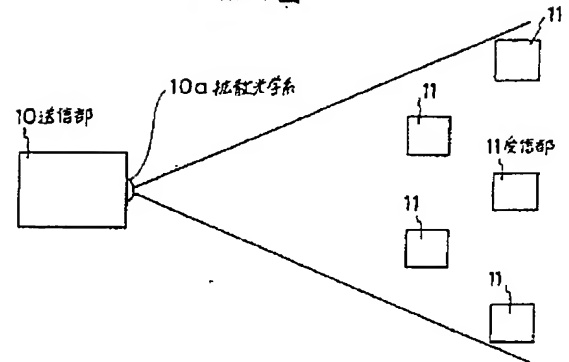
図は本発明による他の実施例を示すブロック図である。

- 1 … パルス発生器      2 … 平衡変調器
- 3 … 伸長用チャープ変換素子
- 4 … 増幅器              5 … LD駆動回路
- 6 … 光受信器            7 … 増幅器
- 8 … 圧縮用チャープ変換素子
- 9 … 検波回路            10 … 送信部
- 11 … 受信部

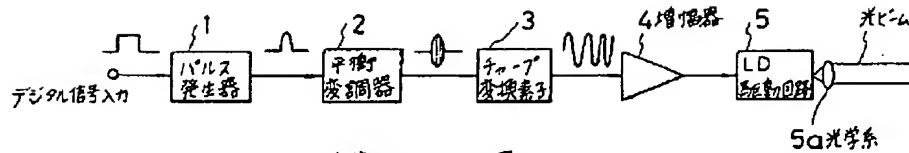


入力パルス波形図  
第4図

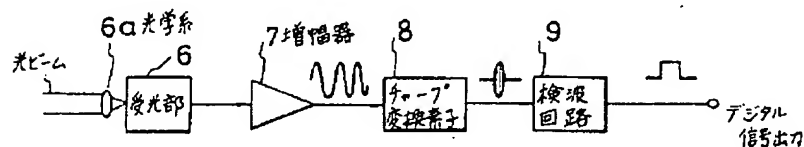
特許出願人 キヤノン株式会社  
代理人 弁理士 加藤 卓



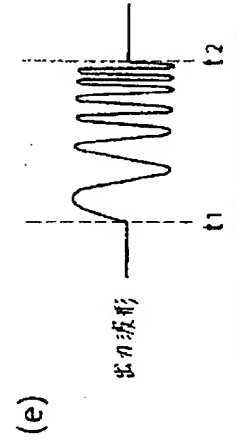
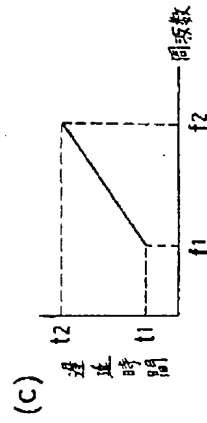
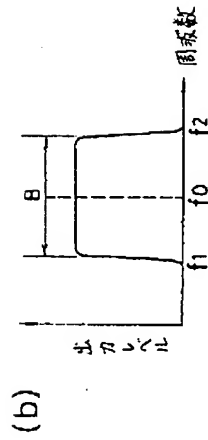
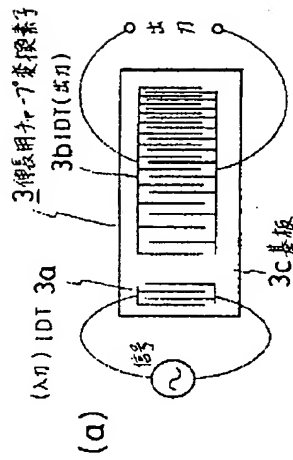
拡散光による空間通信のブロック図  
第5図



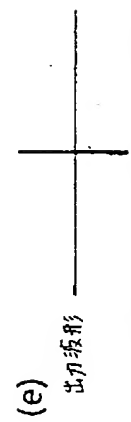
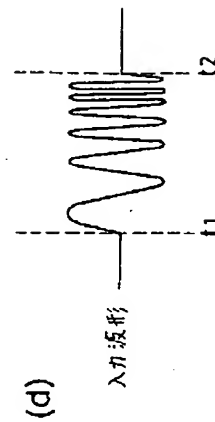
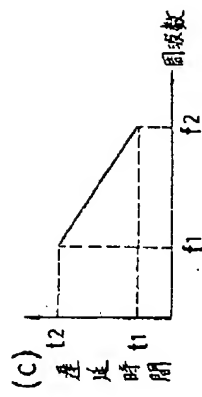
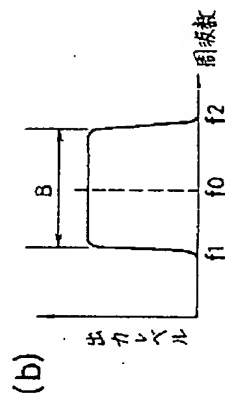
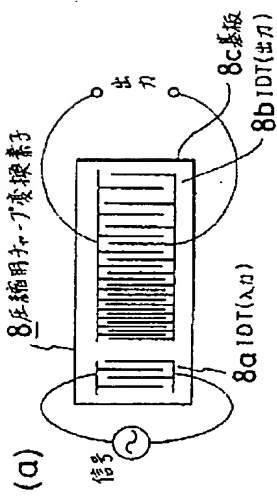
送信部のブロック図  
第1図(a)



受信部のブロック図  
第1図(b)



伸長用チャープ変換素子の説明図  
第2図



圧縮用チャープ変換素子の説明図  
第3図